

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-003534

(43)Date of publication of application : 06.01.1999

(51)Int.Cl. G11B 7/135  
 G11B 7/00  
 G11B 7/24  
 G11B 7/24  
 G11B 7/24  
 G11B 7/24  
 G11B 7/24  
 G11B 11/10

(21)Application number : 10-102906

(71)Applicant : TORAY IND INC

(22)Date of filing : 14.04.1998

(72)Inventor : HIROTA KUSATO  
 OBAYASHI GENTARO  
 OKUYAMA FUTOSHI

(30)Priority

Priority number : 09 95856 Priority date : 14.04.1997 Priority country : JP

09 95857 14.04.1997

09 95858 14.04.1997

JP

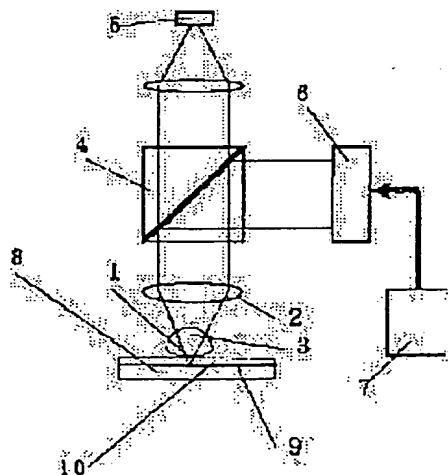
JP

## (54) OPTICAL RECORDER AND OPTICAL RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a high-density recording and to reduce the possibility of abrasion or damage by forming a lubricant layer on the outermost surface of an optical system and providing the optical system with a near-field lens in contact with or adjacent to an optical recording medium.

SOLUTION: Laser beams emitted from a semiconductor laser 6 pass through a beam splitter 4 and a collimating lens 2 to be converged on an optical recording medium 8 by a solid immersion lens 3 being the near-field lens. Here, the optical recording medium 8 and the immersion lens 3 are brought into contact with liquid lubricant 1. Then, a reflected light from the medium 8 passes through the immersion lens 3 and the collimating lens 2 to be made incident on a photodiode 5 and it is detected as an electric signal. The medium-side surface of the light source side of this immersion lens 3 is made spherical and the sphericity is designed based on the thickness of a solid lubricant layer 10 on the recording layer of the optical recording medium 8 and the beam diameter of the incident light on the surface of this protective film.



---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

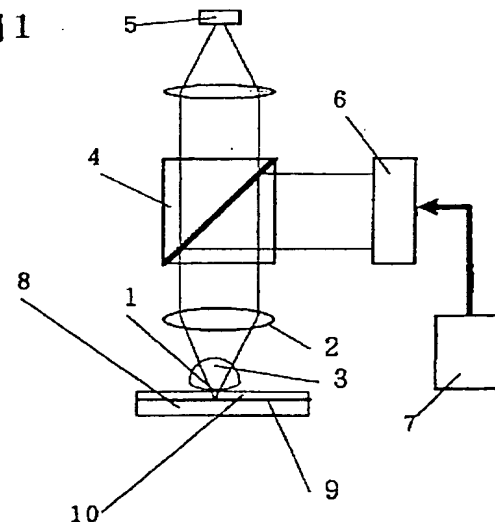
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)1月6日



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】光源と光記録媒体とを有し、該光源からの光を光学系を通して該光記録媒体に照射することによって、情報の記録または再生を行う光記録装置において、該光記録媒体が光学系側の最表面に潤滑剤層を設けたものであり、かつ、該光学系が、該光記録媒体に接触または近接するニアフィールドレンズを有していることを特徴とする光記録装置。

【請求項 2】光源と光記録媒体とを有し、該光源からの光を光学系を通して該光記録媒体に照射することによって、情報の記録または再生を行う光記録装置において、該光記録媒体が光学系側の最表面に潤滑剤層を設けたものであり、かつ、該光学系が、該光記録媒体に接触または近接する微小開口を有する光導波路を有していることを特徴とする光記録装置。

【請求項 3】光源と光記録媒体とを有し、該光源からの光を光学系を通して該光記録媒体に照射することによって、情報の記録または再生を行う光記録装置において、該光学系が、少なくとも、光源側に位置するコリメーターレンズと、該光記録媒体に接触または近接する実効開口数が 0.8 以上 2 以下のニアフィールドレンズを有することを特徴とする光記録装置。

【請求項 4】ニアフィールドレンズが、ソリッド・イメージジョン・レンズ、スティグマティック・フォーカシング・ソリッド・イメージジョンレンズもしくは、液浸レンズのいずれかである請求項 1 または請求項 3 の光記録装置。

【請求項 5】ニアフィールドレンズの光源側の面および光記録媒体側の面のいずれもが球面である請求項 1 または請求項 3 の光記録装置。

【請求項 6】光記録媒体の光の入射側の表面上の入射光ビームの外周上での媒体表面とレンズ面の距離が 10 nm 以上 200 nm 以下である請求項 5 記載の光記録装置。

【請求項 7】ニアフィールドレンズが酸化アルミニウムを主成分とする材料からなる請求項 1 または請求項 3 記載の光記録装置。

【請求項 8】光記録媒体が、少なくとも潤滑剤層/記録層/誘電体層/反射層/基板をこの順に積層したものである請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の光記録装置。

【請求項 9】光記録媒体が、少なくとも潤滑剤層/第 1 誘電体層/記録層/第 2 誘電体層/反射層/基板をこの順に積層したものである請求項 8 記載の光記録装置。

【請求項 10】記録層と潤滑剤層の間に樹脂保護層を設けた請求項 8 記載の光記録装置。

【請求項 11】潤滑剤層が液体潤滑剤層である請求項 8 記載の光記録装置。

【請求項 12】潤滑剤層が固体潤滑剤層である請求項 8 記載の光記録装置。

【請求項 13】潤滑剤層が固体潤滑剤層上に液体潤滑剤層を設けたものである請求項 8 記載の光記録装置。

【請求項 14】液体潤滑剤層の厚さが記録もしくは再生に用いる光の真空中の波長の  $1/2$  以下かつ 3 nm 以上である請求項 11 または請求項 13 記載の光記録装置。

【請求項 15】液体潤滑剤層が、ポリフルオロエーテル、ポリフルオロエステル、フルオロアルキルエチレン、フルオロアルキルエタノールの少なくとも 1 種を含有する請求項 11 または請求項 13 記載の光記録装置。

【請求項 16】固体潤滑剤層が、炭素もしくは窒化炭素を主成分とする層で構成されている請求項 12 または請求項 13 記載の光記録装置。

【請求項 17】記録層が相変化記録材料、もしくは光磁気記録材料からなる請求項 8 記載の光記録装置。

【請求項 18】記録層が、ゲルマニウム、アンチモン、インジウム、銀、パラジウム、白金、金、コバルト、クロム、ニオブ、ニッケルから選ばれた少なくとも 2 種以上の金属とテルルを含有する相変化記録層である請求項 17 記載の光記録装置。

【請求項 19】第 1 誘電体層の厚さが 20 nm 以上、200 nm 以下である請求項 9 記載の光記録装置。

【請求項 20】基板が、ポリカーボネート、ポリオレフィン、ポリイミド、ポリアミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリエチレンテレフタレートから選ばれた少なくとも一種の樹脂である請求項 8 記載の光記録装置。

【請求項 21】基板が柔軟性を有する厚さ 10  $\mu$ m 以上、200  $\mu$ m 以下の樹脂フィルムもしくはシートからなる請求項 8 記載の光記録装置。

【請求項 22】前記光学系が、コリメーターレンズを有しており、かつ、該コリメーターレンズの光源側もしくは光記録媒体側にアポダイザーを設けた請求項 1 ないし請求項 21 のいずれかに記載の光記録装置。

【請求項 23】アポダイザーが輪帯開口、もしくは円状または円環状の位相差板を備える請求項 22 記載の光記録装置。

【請求項 24】アポダイザーが円状の位相補正板からなる請求項 22 記載の光記録装置。

【請求項 25】アポダイザーが円環状の位相補正板からなる請求項 22 記載の光記録装置。

【請求項 26】アポダイザーをコリメーターレンズの光源側に設けた請求項 22 記載の光記録装置。

【請求項 27】基板上に形成された記録層に光を照射することによって、情報の記録または再生が可能である光記録媒体において、少なくとも潤滑剤層/記録層/第 2 誘電体層/反射層/基板をこの順に積層したものである光記録媒体。

【請求項 28】光記録媒体が、少なくとも潤滑剤層/第 1 誘電体層/記録層/第 2 誘電体層/反射層/基板をこの順に積層したものである請求項 27 記載の光記録媒体。

【請求項 29】記録層と潤滑剤層の間に樹脂保護層を設

けた請求項 27 記載の光記録媒体。

【請求項 30】潤滑剤層が液体潤滑剤層である請求項 27 記載の光記録媒体。

【請求項 31】潤滑剤層が固体潤滑剤層である請求項 27 記載の光記録媒体。

【請求項 32】潤滑剤層が固体潤滑剤層上に液体潤滑剤層を設けたものである請求項 27 記載の光記録媒体。

【請求項 33】液体潤滑剤層の厚さが記録もしくは再生に用いる光の真空中の波長の  $1/2$  以下かつ  $3\text{ nm}$  以上である請求項 30 または請求項 32 記載の光記録媒体。

【請求項 34】液体潤滑剤層が、ポリフルオロエーテル、ポリフルオロエステル、フルオロアルキルエチレン、フルオロアルキルエタノールの少なくとも 1 種を含有する請求項 30 または請求項 32 記載の光記録媒体。

【請求項 35】固体潤滑剤層が、少なくとも炭素もしくは窒化炭素を主成分とする層で構成されている請求項 31 または請求項 32 記載の光記録媒体。

【請求項 36】記録層が相変化記録材料、もしくは光磁気記録材料からなる請求項 27 記載の光記録媒体。

【請求項 37】記録層が、ゲルマニウム、アンチモン、インジウム、銀、パラジウム、白金、金、コバルト、クロム、ニオブ、ニッケルから選ばれた少なくとも 2 種以上の金属とテルルを含有する相変化記録層である請求項 36 記載の光記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光の照射により情報の記録または再生が可能である光記録媒体および光記録装置に関するものである。

【0002】特に、本発明は、記録情報の消去、書換機能を有し、情報信号を高速かつ、高密度に記録可能な、高開口数の対物レンズを媒体面に近接させて記録するソリッド・イマージョン・レンズなどを利用した光記録装置の改良に関するものである。

【0003】

【従来の技術】従来の高開口数の対物レンズを媒体面に接触または近接させてニアフィールド光により記録する光記録装置の技術は、以下のごときものである。

【0004】この種の光記録装置の代表的な技術として、ソリッド・イマージョン・レンズによる記録装置が知られている（米国特許 5,125,750 号）。この装置の光学系は通常の光記録ヘッドの開口数 0.5 前後の非球面の対物レンズをコリメータとして用い、このレンズと記録媒体との間に、半球状のレンズの平面側を記録媒体面に接触、あるいは波長レベルの微小間隙を介して近接させて配置する。この場合、半球状レンズの屈折率に相当する倍数だけ実効的な開口数が増加し、ビーム径が縮小することにより高密度記録が可能になる。さらにこの技術の改良技術として、スティグマティック・フォーカシング・ソリッド・イマージョン・レンズを用い

た光記録システムも提案されている（SPIE Vol.2412 P80-）。この場合には、実効的な開口数はレンズ屈折率の二乗倍程度に改善される。

【0005】また、レンズと光記録媒体の表面が数ミクロンレベルと小さい場合の光記録媒体の構成として、基板上の光の入射側に記録層を設け、さらに保護層で表面を保護した光記録媒体も提案されている（米国特許 5,470,627 号）また、半導体レーザーの導波路を微細加工してこの先端の微小開口から射出されるニアフィールド光を用いて高密度記録する方法（米国特許 5,625,617 号）や光ファイバー導波路の先端をテーパ状に加工し、この先端の微小開口から射出されるニアフィールド光を用いて高密度記録する方法（Appl. Phys. Lett. 61, 142 (1992)）も提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これら従来技術には以下の問題があった。まず、第一に、ソリッド・イマージョン・レンズやスティグマティック・フォーカシング・ソリッド・イマージョン・レンズなどの高開口数のニアフィールドレンズ、及び微小開口導波路によるニアフィールド光記録では、光記録媒体の表面と、レンズあるいは導波路の光射出面の距離が非常に小さい（光波長の  $1/2$  以下、代表的には  $200\text{ nm}$  程度以下）ため、光記録媒体の表面がこれら光学系の光射出面と接触し、光記録媒体の表面を磨耗あるいは損傷する危険があった。本発明の第一の目的は、高密度の記録が可能で、かつ磨耗あるいは損傷の危険が少なく、製造も容易な優れた光記録装置を提供することにある。

【0007】第二に、ソリッド・イマージョン・レンズなどの高開口数光学系を光記録に適用する場合、焦点深度が、波長 /  $\{2 \cdot (\text{開口数}^2)\}$  にほぼ比例するため、フォーカス位置の変動に対して、オートフォーカス機構、媒体面とレンズの相対位置の制御機構、光記録媒体の基板、保護層の厚さの偏差などに対して余裕度が著しく小さくなる（おおむね従来の  $1/4$  以下）問題がある。本発明の第二の目的は、大容量記録が可能で、かつ焦点深度の余裕度を拡大し、記録、再生特性が安定しており、製造も容易な優れた光記録装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、下記の光記録装置と光記録媒体によって達成された。本発明の第 1 の光記録装置は、光源と光記録媒体とを有し、該光源からの光を光学系を通して該光記録媒体に照射することによって、情報の記録または再生を行う光記録装置において、該光記録媒体が光学系側の最表面に潤滑剤層を設けたものであり、かつ、該光学系が、該光記録媒体に接触または近接するニアフィールドレンズを有していることを特徴とする光記録装置である。

【0009】本発明の第 2 の光記録装置は、光源と光記

録媒体とを有し、該光源からの光を光学系を通して該光記録媒体に照射することによって、情報の記録または再生を行う光記録装置において、該光記録媒体が光学系側の最表面に潤滑剤層を設けたものであり、かつ、該光学系が、該光記録媒体に接触または近接する微小開口を有する光導波路を有していることを特徴とする光記録装置である。

【0010】本発明の第3の光記録装置は、光源と光記録媒体とを有し、該光源からの光を光学系を通して該光記録媒体に照射することによって、情報の記録または再生を行う光記録装置において、該光学系が、少なくとも、光源側に位置するコリメーターレンズと、該光記録媒体に接触または近接する実効開口数が0.8以上2以下のニアフィールドレンズを有することを特徴とする光記録装置である。

【0011】また、本発明の光記録媒体は、基板上に形成された記録層に光を照射することによって、情報の記録または再生が可能である光記録媒体において、少なくとも潤滑剤層/記録層/第2誘電体層/反射層/基板をこの順に積層したものであることを特徴とする光記録媒体である。

【0012】さらに本発明の光記録装置と光記録媒体は、次の好ましい実施態様を包含している。

- (1)ニアフィールドレンズが、ソリッド・イマージョン・レンズ、スティグマティック・フォーカシング・ソリッド・イマージョンレンズもしくは、液浸レンズのいずれかであること
- (2)ニアフィールドレンズの光源側の面および光記録媒体側の面のいずれもが球面であること
- (3)光記録媒体の光の入射側の表面上の入射光ビームの外周上での媒体表面とレンズ面の距離が10nm以上200nm以下であること
- (4)ニアフィールドレンズが酸化アルミニウムを主成分とする材料からなること
- (5)光記録媒体が、少なくとも潤滑剤層/記録層/誘電体層/反射層/基板をこの順に積層したものであること
- (6)光記録媒体が、少なくとも潤滑剤層/第1誘電体層/記録層/第2誘電体層/反射層/基板をこの順に積層したものであること
- (7)記録層と潤滑剤層の間に樹脂保護層を設けたこと
- (8)潤滑剤層が液体潤滑剤層であること
- (9)潤滑剤層が固体潤滑剤層であること
- (10)潤滑剤層が固体潤滑剤層上に液体潤滑剤層を設けたものであること
- (11)液体潤滑剤層の厚さが記録もしくは再生に用いる光の真空中の波長の1/2以下かつ3nm以上であること
- (12)液体潤滑剤層が、ポリフルオロエーテル、ポリフルオロエステル、フルオロアルキルエチレン、フルオロアルキルエタノールの少なくとも1種を含有すること
- (13)固体潤滑剤層が、炭素もしくは窒化炭素を主成分と

する層で構成されていること

(14)記録層が相変化記録材料、もしくは光磁気記録材料からなること

(15)記録層が、ゲルマニウム、アンチモン、インジウム、銀、パラジウム、白金、金、コバルト、クロム、ニオブ、ニッケルから選ばれた少なくとも2種以上の金属とテルルを含有する相変化記録層であること

(16)第1誘電体層の厚さが20nm以上、200nm以下であること

(17)基板が、ポリカーボネート、ポリオレフィン、ポリイミド、ポリアミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリエチレンテレフタレートから選ばれた少なくとも一種の樹脂であること

(18)基板が柔軟性を有する厚さ10μm以上、200μm以下の樹脂フィルムもしくはシートからなること

(19)前記光学系が、コリメーターレンズを有しており、かつ、該コリメーターレンズの光源側もしくは光記録媒体側にアボダイザーを設けたこと

(20)アボダイザーが輪帯開口、もしくは円状または円環状の位相差板を備えること

(21)アボダイザーが円状の位相補正板からなること

(22)アボダイザーが円環状の位相補正板からなること

(23)アボダイザーをコリメーターレンズの光源側に設けたこと

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施態様とその作用を光学系、光記録媒体の順に説明する。本発明のニアフィールドレンズは、光記録媒体に接触するか、または、非常に薄い空気層を介して近接するものである。以下、潤滑剤層として液体潤滑剤を用い、ニアフィールドレンズを液体潤滑剤層に接触させて液浸レンズとした場合を例として説明するが、ソリッド・イマージョンレンズやスティグマティック・フォーカシング・ソリッド・イマージョンレンズを用いた場合でも本発明の本質は変わるものではない。また、光記録媒体としては、相変化型光記録媒体を用いた場合を例に説明する。

【0014】図1に示す本発明の光記録装置においては、半導体レーザー6から射出されたレーザー光は、ビームスプリッターを経由した後、コリメーターレンズ2を経て液浸レンズであるニアフィールドレンズ3で光記録媒体8上に集光される。光記録媒体8とニアフィールドレンズは液体潤滑剤層1で接触している。ソリッド・イマージョンレンズ、スティグマティック・フォーカシング・ソリッド・イマージョンレンズでニアフィールドレンズを構成する場合には液体潤滑剤層とニアフィールドレンズ表面の間に非常に薄い100nm程度の空気層が存在する。この場合には液体潤滑剤層に代わり固体潤滑剤層を用いてもよい。

【0015】光記録媒体8からの反射光は液浸レンズ3、コリメーターレンズ2を経てフォトダイオード5に

入射し、電気信号として検出される。図中には記述していないが、本発明を損なわない範囲で焦点位置合わせのための検出系や1/4波長版などの通常用いられる光ヘッド技術を付与して良いことはもちろんである。また光磁気記録の場合には、光磁気用の通常の光磁気ヘッドや偏光成分の検出光学系を追加すればよい。

【0016】ここで、本願発明の好ましい態様の一つとしては、ニアフィールドレンズ3の光源側の媒体側の面は、球面により構成される。球面形状は、非球面形状に比べて、レンズの成形、研磨が容易であり、レンズの光学精度を高めることが可能である。またレンズの作成コストも低い。さらに、本レンズの光記録媒体側の面を球面とすることは、媒体表面との近接部、あるいは接触部の面積が小さくなるため、従来の平面を有する半球状レンズなどに比べ、凹凸、ほこりなどが媒体面の存在する場合でも、光記録媒体面に対する追従性、接触性が高くてできることから好ましい。なお、具体的なレンズの保持方法、媒体上の走査方法については、たとえばハードディスクと同様の浮上ヘッド構造を使うなどの方法 (Appl. Phys. Lett. 68 (2), 8 (1996)) が適用できる。

【0017】本発明のニアフィールドレンズの光記録媒体側の面の球面形状は、図3に示すように光記録媒体の記録層上の表面保護膜10 (透明基板、誘電体層を含む) の厚さとこの保護膜表面における入射光ビーム直径(d) 15を基に設計することができる。表面保護膜が厚い場合には曲率半径(r) 16を小さく、薄い場合には大きくする。詳しくは保護膜表面上の入射光ビームの外周上での媒体表面とレンズ面の距離s、すなわち、 $s = r - (r^2 - (d/2)^2)^{1/2}$  の値が、200nm以下であることが、ビームのスポット形状が良好であることから好ましく、球面化による前述の効果を得るためには、10nm以上が好ましい。この場合、 $d = D \cdot \tan \theta$  (ここでDは保護膜の厚さ14、 $\theta$ は収束ビームの広がり角度17である)、また、 $r = s / (2 + d^2 / 8s)$  なる関係が成り立つのでこれに基づき曲率半径を決定すればよい。またニアフィールドレンズの光源側の球面は、従来のソリッド・イマージョン・レンズ、スティグマティック・フォーカシング・ソリッド・イマージョン・レンズと同様の球面でよい。

【0018】本発明のコリメーターレンズは、再生時には光を平行化 (コリメート) し、記録時には光を収光 (フォーカス) するものである。特に限定するものではないが開口数が0.3以上0.7以下の収差補正がなされた非球面レンズを用いることが好ましい。0.3以下では、スポットサイズを縮小する効果が小さく、0.7以上では組立時の傾き、軸ずれの精度の要求が厳しくなる。

【0019】このようなコリメーターレンズは、半導体レーザー用のコリメーターレンズとして市販されているものが代表的なものとしてあげられるが (一般的な市販

品はそのまま使用する場合、当然、カバーガラス分の収差を補正する必要がある)、光ディスク及びCD用ピックアップ用に設計された対物レンズも、球面収差を補正してやれば同様に使用することができる。コリメーターレンズの有効径 (直径) としては通常2mm以上7mm以下が製作上容易である。材質はニアフィールドレンズと同様に光学ガラスでもよいし、樹脂製のモールドされたレンズを用いてもよい。

【0020】本発明のニアフィールドレンズを含めたの実効的な開口数は、収束ビームの広がり角度 $\theta$ とニアフィールドレンズの屈折率nを用いて、 $n \cdot \sin \theta$ で表される。この値は特に限定するものではないが、0.8以上、2以下とりわけ1.5以下が好ましい。0.8以下では従来の光ディスクの対物レンズに比べ高密度化の点でメリットが小さく、1.5以上では光学系のレンズの配置に関して精度の要求が急激に厳しくなると同時に、焦点深度も浅くなり、レンズを走査しながら記録する場合に合焦を維持することが難しくなる。

【0021】またコリメーターレンズ、ニアフィールドレンズなどの光学部品の表面に必要な応じ防反射コートをはどこしてもよい。

【0022】なお、微小開口を有する導波路で記録する場合について説明を加える。この場合には、公知の技術 (米国特許5625617号、Appl. Phys. Lett. 61, 2, 13, 1992年) として知られる光学系をそのまま本発明の光学系に採用することができる。この場合にも本発明の潤滑剤層を有する光記録媒体を適用することは前述の場合と同様に好ましい効果が得られる。

【0023】ニアフィールドレンズを液体潤滑剤層に接触させて液浸レンズとした場合、レンズ材質の屈折率は通常約1.5~2であり、液体潤滑剤の屈折率は通常約1.5であるから、レンズと液体潤滑剤の屈折率差が、液浸しない場合のレンズと空気 (屈折率1) の屈折率差より小さくなる。そのため、コリメーターレンズの開口数が高く、レンズ内部のマージナル光線が全反射条件となる臨界角が拡大できるため、同一の実効開口数を持つ液浸しないレンズと比較すると、レンズと光記録媒体の誘電体層あるいは記録層との間の距離を大きくすることが可能であり、システムの構成が容易になる。例えば、ニアフィールドレンズとして半球型の高屈折率光学ガラスレンズ ( $n_g = 1.84$ ) を用い、屈折率1.5の液体潤滑剤を用いると、コリメーターレンズのNAが最大約0.8、記録システムの実効開口数は最大約1.5となる。なお、球面収差の発生をさけるため、液浸している液体潤滑剤層の厚さは薄いほうが好ましい。

【0024】さらに、アプラナティックな条件を満たすスティグマティック・フォーカシング・ソリッド・イマージョン・レンズと同一の形態を有する液浸レンズを用いる場合、コリメーターレンズの開口数NA: 0.5、液浸レンズの屈折率1.84、液体潤滑剤の屈折率

入射し、電気信号として検出される。図中には記述していないが、本発明を損なわない範囲で焦点位置合わせのための検出系や  $1/4$  波長版などの通常用いられる光ヘッド技術を付与して良いことはもちろんである。また光磁気記録の場合には、光磁気用の通常の光磁気ヘッドや偏光成分の検出光学系を追加すればよい。

【0016】ここで、本願発明の好ましい態様の一つとしては、ニアフィールドレンズ3の光源側の媒体側の面は、球面により構成される。球面形状は、非球面形状に比べて、レンズの成形、研磨が容易であり、レンズの光学精度を高めることが可能である。またレンズの作成コストも低い。さらに、本レンズの光記録媒体側の面を球面とすることは、媒体表面との近接部、あるいは接触部の面積が小さくなるため、従来の平面を有する半球状レンズなどに比べ、凹凸、ほこりなどが媒体面の存在する場合でも、光記録媒体面に対する追従性、接触性が高くできることから好ましい。なお、具体的なレンズの保持方法、媒体上の走査方法については、たとえばハードディスクと同様の浮上ヘッド構造を使うなどの方法 (Appl. Phys. Lett. 68 (2), 8 (1996)) が適用できる。

【0017】本発明のニアフィールドレンズの光記録媒体側の面の球面形状は、図3に示すように光記録媒体の記録層上の表面保護膜10 (透明基板、誘電体層を含む) の厚さとこの保護膜表面における入射光ビーム直径 (d) 15を基に設計することができる。表面保護膜が厚い場合には曲率半径 (r) 16を小さく、薄い場合には大きくする。詳しくは保護膜表面上の入射光ビームの外周上での媒体表面とレンズ面の距離 s、すなわち、 $s = r - (r^2 - (d/2)^2)^{1/2}$  の値が、200 nm 以下であることが、ビームのスポット形状が良好であることから好ましく、球面化による前述の効果をj得るためには、10 nm 以上が好ましい。この場合、 $d = D \cdot \tan \theta$  (ここで D は保護膜の厚さ14、 $\theta$  は収束ビームの広がり角度17である)、また、 $r = s / (2 + d^2 / 8s)$  なる関係が成り立つのでこれに基づき曲率半径を決定すればよい。またニアフィールドレンズの光源側の球面は、従来のソリッド・イマージョン・レンズ、スティグマティック・フォーカシング・ソリッド・イマージョン・レンズと同様の球面でよい。

【0018】本発明のコリメーターレンズは、再生時には光を平行化 (コリメート) し、記録時には光を収光 (フォーカス) するものである。特に限定するものではないが開口数が0.3以上0.7以下の収差補正がなされた非球面レンズを用いることが好ましい。0.3以下では、スポットサイズを縮小する効果が小さく、0.7以上では組立時の傾き、軸ずれの精度の要求が厳しくなる。

【0019】このようなコリメーターレンズは、半導体レーザー用のコリメーターレンズとして市販されているものが代表的なものとしてあげられるが (一般的な市販

品はそのまま使用する場合、当然、カバーガラス分の収差を補正する必要がある)、光ディスク及びCD用ピックアップ用に設計された対物レンズも、球面収差を補正してやれば同様に使用することができる。コリメーターレンズの有効径 (直径) としては通常2 mm以上7 mm以下が製作上容易である。材質はニアフィールドレンズと同様に光学ガラスでもよいし、樹脂製のモールドされたレンズを用いてもよい。

【0020】本発明のニアフィールドレンズを含めたの実効的な開口数は、収束ビームの広がり角度  $\theta$  とニアフィールドレンズの屈折率 n を用いて、 $n \cdot \sin \theta$  で表される。この値は特に限定するものではないが、0.8以上、2以下とりわけ1.5以下が好ましい。0.8以下では従来の光ディスクの対物レンズに比べ高密度化の点でメリットが小さく、1.5以上では光学系のレンズの配置に関して精度の要求が急激に厳しくなると同時に、焦点深度も浅くなり、レンズを走査しながら記録する場合に合焦を維持することが難しくなる。

【0021】またコリメーターレンズ、ニアフィールドレンズなどの光学部品の表面に必要な応じ防反射コートをはどこしてもよい。

【0022】なお、微小開口を有する導波路で記録する場合について説明を加える。この場合には、公知の技術 (米国特許5625617号、Appl. Phys. Lett. 61, 2, 13, 1992年) として知られる光学系をそのまま本発明の光学系に採用することができる。この場合にも本発明の潤滑剤層を有する光記録媒体を適用することは前述の場合と同様に好ましい効果が得られる。

【0023】ニアフィールドレンズを液体潤滑剤層に接触させて液浸レンズとした場合、レンズ材質の屈折率は通常約1.5~2であり、液体潤滑剤の屈折率は通常約1.5であるから、レンズと液体潤滑剤の屈折率差が、液浸しない場合のレンズと空気 (屈折率1) の屈折率差より小さくなる。そのため、コリメーターレンズの開口数が高く、レンズ内部のマージナル光線が全反射条件となる臨界角が拡大できるため、同一の実効開口数を持つ液浸しないレンズと比較すると、レンズと光記録媒体の誘電体層あるいは記録層との間の距離を大きくすることが可能であり、システムの構成が容易になる。例えば、ニアフィールドレンズとして半球型の高屈折率光学ガラスレンズ ( $n_g = 1.84$ ) を用い、屈折率1.5の液体潤滑剤を用いると、コリメーターレンズのNAが最大約0.8、記録システムの実効開口数は最大約1.5となる。なお、球面収差の発生をさけるため、液浸している液体潤滑剤層の厚さは薄いほうが好ましい。

【0024】さらに、アプラナティックな条件を満たすスティグマティック・フォーカシング・ソリッド・イマージョン・レンズと同一の形態を有する液浸レンズを用いる場合、コリメーターレンズの開口数NA: 0.5、液浸レンズの屈折率1.84、液体潤滑剤の屈折率



1. 5 としてシステムの実効開口数は 1. 6 9 となる。先に述べたように空気層を介在する場合にくらべ、界面の臨界角が大きいと、液浸しないステigmatiック・フォーカシング・ソリッド・イマージョン・レンズで同一の実効開口数を実現する場合にくらべ、レンズ媒体間の距離変動に対して安定して記録、再生が可能となる。特に好ましい状態としては、液体潤滑剤層の厚さが記録もしくは再生に用いる光の真空中の波長の  $1/2$  以下かつ 3 nm 以上であることがエバネッセント光を大幅に減衰させることなく伝達でき、かつ十分液浸状態が保持できることから好ましい。

【0025】また、液体潤滑剤を用いることは、レンズで媒体面を走査する場合に発生するレンズ及び媒体の摩擦、損傷を低減できること、レンズと光記録媒体間の距離を表面張力、分子間力などにより安定に保持できることから好ましいものである。

【0026】なお、微小開口を有する導波路で記録する場合についても、液体潤滑剤で導波路の開口部と光記録媒体の表面の間を満たすことは、液体潤滑剤中では光の波長が真空中の波長/屈折率に短縮するため、微小開口部から伝搬するニアフィールド光の伝搬に伴う拡散が小さくできることから好ましい。

【0027】液体潤滑剤はとくに限定するものではないが、ポリフルオロエーテル、ポリフルオロエステル、フルオロアルキルエチレン、フルオロアルキルエタノールなどの潤滑剤や界面活性剤などを用いることができる。屈折率は特に限定しないがおおむね 1. 4 以上 1. 7 以下が一般的に実現可能な値である。

【0028】本発明のニアフィールドレンズの材質は、BK7 などの光学レンズ用ガラス材を用いることができる。特に LaSFN<sub>9</sub> (屈折率 1. 85) などの高屈折率ガラス、GaAs、Si などの高屈折率の半導体材料でレンズを構成することは実効的な開口数を大きくできることから好ましい。ニアフィールドレンズの大きさは半径 0. 5 mm から 3 mm 程度であることがレンズの製作が容易であること、コリメーターレンズの作動距離を大きくしなくてもすむことから好ましい。

【0029】さらに、サファイアなどに代表される酸化アルミニウムを主成分とする材質で球状レンズを構成することは、媒体面とレンズが接触した場合に発生するレンズ表面の摩擦、傷の発生を低減できることから好ましい。

【0030】なお、これらのレンズのエッジ部分をたとえば米国特許 5, 125, 750 号に開示されているようにテーパ状など必要に応じ加工してよいことはもちろんである。

【0031】本願発明のさらに別の態様は、以下のようなものである。すなわち、光を射出する光学系が、少なくとも、光源側に位置するコリメーターレンズと、前記光記録媒体に接触または近接する実効開口数が 0. 8 以

上 2 以下のニアフィールドレンズから構成され、かつ、前記コリメーターレンズの光源側もしくは光記録媒体側にアポダイザーを設けたものである。以下に実施態様とその作用をソリッド・イマージョン・レンズを用いた場合を例として説明する。ただし、ステigmatiック・フォーカシング・ソリッド・イマージョン・レンズもしくは、液浸レンズを用いる場合でも本発明の本質は変わるものではない。

【0032】本発明の光記録装置は、図 4 に示すように、半導体レーザー 23 から射出されたレーザー光は、ビームスプリッター 21 を経由した後、アポダイザー 18 を通過した後、コリメーターレンズ 19 を経てソリッド・イマージョン・レンズ 20 で光記録媒体 25 上に集光される。また光記録媒体 25 からの反射光はソリッド・イマージョン・レンズ 20、コリメーターレンズ 19、アポダイザー 1 を経てフォトダイオード 22 に入射し、電気信号として検出される。

【0033】ここで、アポダイザーは、コリメーターレンズ及びニアフィールドレンズであるソリッド・イマージョン・レンズの焦点深度を拡大するとともに、ソリッド・イマージョン・レンズにより集光されたビームのビーム・ウエストを絞る効果を有する。コリメーターレンズにアポダイザーを配置し、ソリッド・イマージョン・レンズなどのニアフィールドレンズのフォーカス特性を改善する手法は、本発明により初めて見いだされたものである。

【0034】アポダイザーの配置する位置は図 4 のように、コリメーターレンズの光源側に配置することが収差を小さくできることから好ましいが、光記録媒体側に配置することも可能である。アポダイザーの構成としては、図 5、図 7 に示すように、円環状 (図 5) あるいは円状の位相補正板 (図 7)、もしくは図 9 に示した中央部に光を透過しない遮蔽部を設けたセンターマスクや、図には示さないが、輪帯開口マスクが代表的な構成としてあげられる。特に円環状 (図 5) あるいは円状の位相補正板 (図 7) は、収束光ビームのセンター部の強度が高いことから好ましく、ビームのサイドローブが小さくできることから円環状の位相補正板が好ましい。

【0035】位相補正板をアポダイザーとして用いる場合について位相補正板の構成を説明する。図 5 は、円環状の位相補正板を上から俯瞰した図、図 6 は断面形状を示している。位相補正板は、通常は、ガラス基板上に、誘電体膜を光学厚さで位相差が  $\pi$  になるように真空蒸着、スパッター法などで形成した後、エッチングにより円環状に形成するなどの方法により容易に形成できるが、ガラスから直接モールドイングにより形成すること、ガラス上にフォトリソを塗布しパターンニング後、エッチングする方法でも作製できる。

【0036】ここで、各部の代表的なサイズについて以下説明する。図 5 において矢印 29 は、本アポダイザー

の開口部の半径を示している。斜線部の円環部 27 は、この場合、位相差  $\pi$  に相当する厚さだけ、周囲の平面部よりも盛り上がった形状になっている。ここで円環部の外側の円の半径 30 を  $a$ 、内側の円の半径 31 を  $b$ 、開口部の半径を 1 とすると、 $a$  は約 0.4 から 0.5、 $b$  は約 0.15 から 0.35 の範囲で良好な補正が得られることから好ましい。図 7 に示す円状の場合には、33 の半径を  $c$  とすると  $c$  は 0.2 から 0.4 の範囲が好ましい。図 9 に示した遮蔽部 36 を設けた構成についても半径 37 は 0.2 以上 0.4 以下の範囲が好ましい。これらは凸形状のステップ型の断面形状となっているが凸部の断面を波形にするなどの本質を変えない範囲での形状の変更は可能である。

【0037】以下に本発明を構成する光記録媒体について好ましい実施態様を説明する。基本的に液体潤滑剤層及び／もしくは固体潤滑剤層を最表面に設けることによりレンズ、導波路との接触時の媒体面、及び光学系の損傷を防止することができる。以下具体的に用途に応じた好ましい光記録媒体構造の態様を列挙する。以下、光の入射側から順に層構成を記述する。

【0038】光記録媒体が再生専用である場合には、液体潤滑剤層／反射層／凹凸ピットを有する基板、固体潤滑剤層／反射層／凹凸ピットを有する基板、液体潤滑剤層／固体潤滑剤層／反射層／凹凸ピットを有する基板、液体潤滑剤層／誘電体層／反射層／凹凸ピットを有する基板、液体潤滑剤層／固体潤滑剤層／誘電体層／反射層／凹凸ピットを有する基板などの積層構造を有する光記録媒体が好ましい。

【0039】追記型光記録媒体の場合（記録層として相変化記録層、色素記録層などを用いる）、液体潤滑剤層／記録層／凹凸ピットまたは／及びトラッキング用グルーブを有する基板、液体潤滑剤層／固体潤滑剤層／記録層／凹凸ピットまたは／及びトラッキング用グルーブを有する基板、液体潤滑剤層／固体潤滑剤層／誘電体層／記録層／凹凸ピットまたは／及びトラッキング用グルーブを有する基板、または液体潤滑剤層／誘電体層／記録層／凹凸ピットまたは／及びトラッキング用グルーブを有する基板などの積層構造を有する光記録媒体が好ましい。

【0040】書換型光記録媒体の場合（記録層として相変化記録層、光磁気記録層などを用いる）、固体または液体潤滑剤層／第 1 誘電体層／記録層／第 2 誘電体層／反射層／基板、固体または液体潤滑剤層／記録層／第 2 誘電体層／反射層／基板、固体または液体潤滑剤層／樹脂保護層／接着剤層／第 1 誘電体層／記録層／第 2 誘電体層／反射層／基板、固体または液体潤滑剤層／樹脂保護層／接着剤層／記録層／第 2 誘電体層／反射層／基板などの積層構造を有する光記録媒体が好ましい。特に好ましくは液体潤滑剤層／固体潤滑剤層／第 1 誘電体層／記録層／第 2 誘電体層／反射層／基板もしくは液体潤滑

剤層／固体潤滑剤層／記録層／第 2 誘電体層／反射層／基板などの積層構造を有する光記録媒体である。

【0041】また、光磁気記録層を用いる場合に好ましい別の態様は、液体潤滑剤層／固体潤滑剤層／第 1 誘電体層／記録層／反射層／基板もしくは液体潤滑剤層／固体潤滑剤層／記録層／反射層／基板である。この場合、第 2 誘電体層を省略できるため製造コストが低くできる。なお以上のうち、代表的な構成を図 11 から図 15 に模式的に示した。

10 【0042】以上の書換型光記録媒体の基板は追記型と同様、フォーマット及び／もしくはトラッキング用の凹凸プリピットやトラッキング用のグルーブ構造を有することが好ましい。これら凹凸ピット、グルーブ構造は、表面に形成された記録層、誘電体層、反射層など各層の薄膜の形成時の残留応力を緩和し、基板のそりなどの変形を低減する副次的効果を有する。これらの凹凸ピット、グルーブ深さは、おおむね  $1/6$  波長以下、代表的には  $1/8$  波長程度が好ましい。

20 【0043】次に、各層の材料、層厚などについて説明する。液体潤滑剤層については先に述べた通りであるが、好ましい厚さは、真空中の光波長の  $1/2$  以下、3 nm 以上である。より好ましくは 5 nm 以上 200 nm 以下、さらに好ましくは 5 nm 以上 50 nm 以下である。

【0044】固体潤滑剤層としては、炭素もしくは窒化炭素を主成分とする層で構成することが好ましい。具体的にはアモルファス状態のダイヤモンドライク炭素膜もしくは窒化炭素膜があげられる。これらの膜は耐久性に優れると同時にレンズ、あるいは導波路の表面が接触した場合にも良好な潤滑性を与える。層厚は、おおむね 5 nm 以上 100 nm 以下である。特に、固体潤滑剤層上に液体潤滑剤層を設けると潤滑効果はさらに改善される。

【0045】第 1 誘電体層としては、記録、再生に用いる光の波長域で実質的に透明な誘電体材料を用いる。具体的には、 $ZnS$ 、 $SiO_2$ 、窒化シリコン、酸化アルミニウム、アモルファス炭素膜、ダイヤモンド状炭素膜、炭化シリコンなどの無機薄膜がある。特に  $ZnS$  の薄膜、 $Si$ 、 $Ge$ 、 $Al$ 、 $Ti$ 、 $Zr$ 、 $Ta$  などの金属の酸化物の薄膜、 $Si$ 、 $Al$  などの窒化物の薄膜、 $Si$ 、 $Ti$ 、 $Zr$ 、 $Hf$  などの炭化物の薄膜及びこれらの化合物の混合物の膜が、耐熱性が高いことから好ましい。また、これらに炭素や、 $MgF_2$  などのフッ化物を混合したもの、膜の残留応力が小さいことから好ましい。特に安定性、耐熱性に優れることから  $ZnS$  と  $SiO_2$  の混合物、あるいはさらに炭素を添加した混合物、窒化シリコンが好ましい。

【0046】また特に、第 1 誘電体層が光の入射側の最表面となる構成においては、第 1 誘電体層を材質の異なる複数の誘電体層の積層体で構成し、表面の機械的強度

を向上することが好ましい。またニアフィールドレンズであるソリッド・イマージョン・レンズなどによる記録を行う場合にも潤滑性のある材料で最表面を構成することが好ましい。特に前述の目的には、第1誘電体層の光の入射側が、少なくとも炭素もしくは窒化炭素を主体とする層で構成することが好ましい。

【0047】ここで、第1誘電体層の厚さが20nm以上、200nm以下であることが誘電体層の機械的強度から好ましい。薄い場合には傷などが発生しやすく、厚い場合には、生産性の低下、膜応力による反りの発生などの問題が生じる。ソリッド・イマージョン・レンズなどによりニアフィールド光を利用して記録を行う場合には、レンズと第1誘電体層の屈折率がほぼ等しいことが好ましいため、第1誘電体層の屈折率が1.7以上2.3未満であることが好ましい。

【0048】また、比較的厚い層による記録膜の保護が必要な場合には、必要に応じて樹脂保護層を記録層と潤滑剤層の間に設けることができる。この場合樹脂保護層は、柔軟性を有する樹脂シートまたは樹脂フィルムで構成してもよいし、紫外線硬化型の樹脂を塗布して硬化層としてもよい。これらの層を形成する場合の代表的な厚さは20μm以上200μm以下である。特に、樹脂シートまたは樹脂フィルムを紫外線硬化樹脂等の接着剤で接着する方法は、樹脂シート、フィルムの表面を別途、あらかじめ固体潤滑剤層などを形成しておけることから好ましい。

【0049】本発明の記録層としては、再生専用の場合にはアルミニウム、金、銀などの金属反射膜、追記型の場合には、相変化記録材料（Te低酸化物、TeSbGe合金）、色素系記録材料（シアニン系色素など）を用いることができる。また書換型の場合には同様に、光磁気記録材料（TbFeCo合金など）、相変化光記録材料（TeSbGe合金など）が好適である。特に記録層として相変化記録材料を用いることは、記録に用いる光学系が簡素化でき、かつ微小マークの記録においても大きな再生信号が得られることから好ましい。

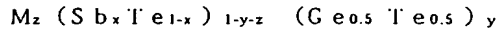
【0050】前述の相変化記録に用いる記録層の組成としては、ゲルマニウム、アンチモン、インジウム、銀、パラジウム、白金、金、コバルト、クロム、ニオブ、ニッケルから選ばれた少なくとも2種以上の金属とテルルを含有する組成が記録特性、記録マークの安定性、可逆性に優れることから好ましい。例えば、Pd-Ge-Sb-Te合金、Nb-Ge-Sb-Te合金、Ni-Ge-Sb-Te合金、Ge-Sb-Te合金、Co-Ge-Sb-Te合金、In-Sb-Te合金、Ag-In-Sb-Te合金、In-Se合金などがある。多数回の記録の書換が可能であることからPd-Ge-Sb-Te合金、Nb-Ge-Sb-Te合金、Ge-Sb-Te合金、Co-Ge-Sb-Te合金が特に好ましいものである。

【0051】特にPd-Ge-Sb-Te合金、Nb-Ge-Sb-Te合金は、消去時間が短く、かつ多数回の記録、消去の繰り返しが可能であり、C/N、消去率などの記録特性に優れることから好ましい。

【0052】本発明の記録層の厚さとしては、特に限定するものではないが10~100nmである。特に記録、消去感度が高く、多数回の記録消去が可能であることから10nm以上40nm以下、さらには10nm以上30nm以下とすることが好ましい。

【0053】特に記録層の組成が下記の組成式で表される組成であることが前述の特性に優れることから好ましい。

【0054】組成式



$$0.35 \leq x \leq 0.5$$

$$0.2 \leq y \leq 0.5$$

$$0.0005 \leq z \leq 0.005$$

ここで、Mはパラジウム、ニオブ、白金、銀、金、コバルトから選ばれる少なくとも一種の金属を表す。またx、y、z及び数字は、各元素の原子の数（各元素のモル数）を表す。

【0055】本発明の第2誘電体層としては、第1誘電体層と同様の材料が好適である。第2誘電体層の材質は第1誘電体層と同じであっても良いし、異なってもよい。第2の誘電体層の厚さは5nm以上80nm以下、より好ましくは5nm以上、30nm以下、さらには10nm以上30nm以下であることが記録特性が良好であることから好ましい。

【0056】本発明の反射層の材質としては、光反射性を有するAl、Au、Ag、Cuなどの金属、およびこれらの合金、および金属と金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物などの金属化合物の混合物が好ましく、特にAl、Au、Ag、Cuなどの高反射率の金属、およびこれらを主成分として80原子%以上含有する合金が好ましい。また、必要に応じて高い屈折率を有するSi、Geなどの半導体材料を用いてもよい。代表的な層の厚さはおおむね50nm以上200nm以下である。

【0057】前述の反射層用の合金の例としては、AlにSi、Mg、Cu、Pd、Ti、Hf、Zr、Ta、Cr、Nb、Mnなどの少なくとも1種の元素を合計で5原子%以下、0.5原子%以上加えたもの、あるいは、AuにCr、Ag、Cu、Pd、Pt、Niなどの少なくとも1種の元素を合計で20原子%以下1原子%以上加えたものなどがある。特に、材料の価格が安くできることから、Alを主成分とする合金が好ましい。

【0058】とりわけ、Al合金としては、耐腐食性が良好なことから、AlにTi、Cr、Zr、Hfから選ばれる少なくとも1種以上の金属を合計で5原子%以下0.5原子%以上添加し、Pdを0.05原子%以上0.5原子%以下加えた合金が好ましい。

【0059】本発明の基板としては、ガラス基板、樹脂基板を用いることができる。ポリカーボネート、ポリオレフィン、ポリイミド、ポリアミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリエチレンテレフタレートから選ばれた少なくとも一種の樹脂基板を用いることがコストが低く、加工が容易なことから好ましい。

【0060】基板の厚さは、0.003mm～5mmが実用的である。0.003mm未満では、記録層などを真空薄膜形成法で形成することが取り扱い上難しくなる。また5mm以上では媒体の重量が重くなる。

【0061】安価な光フロッピーなどを作製する場合には、基板が柔軟性を有する厚さ10μm以上、200μm以下の樹脂フィルムもしくはシートを基板とすることが好ましい。この場合、相変化記録媒体であれば、基板を構成する樹脂の熱変形温度が150℃以上である基板を用いれば、初期化（結晶化）をオープンなどの加熱手段で簡便に行えることから好ましい。このような樹脂としてはポリイミド、ポリアミド樹脂が代表的なものである。

【0062】特に相変化記録媒体の場合には、記録感度が高く、高速でシングルビーム・オーバーライトが可能であり、かつ消去率が大きく消去特性が良好であることから、次のごとく、光記録媒体の主要部を構成することが好ましい。

【0063】すなわち、光の入射側から見て、厚さ5nm以上50nm以下の液体潤滑剤層、固体潤滑剤層として厚さ5nm以上100nm以下の炭素膜とその下部の厚さ20nm以上200nm以下のZnSとSiO<sub>2</sub>と炭素の混合膜からなる第1誘電体層、厚さ10nm～30nmの記録層、厚さ10nm～30nmの第2誘電体層、厚さ50nm～200nmの反射層、基板の順の積層層で構成することが好ましい。

【0064】本発明の光記録媒体の記録に用いる光源としては、レーザー光のごとき高強度の光源であり、特に半導体レーザー光は、光源が小型化できること消費電力が小さいこと、変調が容易であることから好ましい。

【0065】最後に本発明の各層の形成方法について説明する。誘電体層、記録層、反射層の形成は従来と同様にスパッタ法などの真空薄膜形成法により形成できる。樹脂保護層は、紫外線硬化型の樹脂の場合であれば、スピンコート法で塗布した後、紫外線で硬化すればよい。また溶剤で樹脂を溶解した後塗布することも可能である。また樹脂保護層が樹脂シート、フィルムである場合には、紫外線硬化樹脂の接着剤を用いて貼ることが可能である。

【0066】本発明の他の構成要素である半導体レーザーやビームスプリッター、検出系のフォトダイオード、及びこれらの光学的な配置は従来の再生専用のCDやDVD装置、相変化光ディスク及び光磁気ディスク用の書換型光ディスク装置の公知の技術を適用できる。

【0067】

【実施例】

（実施例1）厚さ0.6mm、直径12cmのポリカーボネートディスク基板上にRFスパッタ法により、アルゴンガス圧力0.2Paの条件下で、基板を自公転させた状態で、Al-Hf-Pd合金の反射層を厚さ150nm形成し、さらにZnSとSiO<sub>2</sub>の混合物（SiO<sub>2</sub> 20mol%）の第2誘電体層を厚さ16nm、Pd<sub>0.002</sub>Ge<sub>0.17</sub>Sb<sub>0.27</sub>Te<sub>0.56</sub>（mol比）の記録層を厚さ19nm、ZnSとSiO<sub>2</sub>の混合物（SiO<sub>2</sub> 20mol%）の誘電体層を厚さ140nm、アモルファス炭素膜を25nm形成した後、レーザー光により記録層の記録領域全面を結晶化し、最表面にパーフルオロアルキルエチレン（Rf-CH=CH<sub>2</sub>, Rf: C<sub>6</sub>F<sub>13</sub>～C<sub>12</sub>F<sub>25</sub>）をスピンコーターで膜厚約10nm（膜厚測定はエリブソメトリ法）に塗布し、本発明の光記録媒体を作製した。

【0068】（実施例2）厚さ0.075mm、直径12cmのポリイミド樹脂フィルム上にRFスパッタ法により、アルゴンガス圧力0.2Paの条件下で、基板を自公転させた状態で、Al-Hf-Pd合金の反射層を厚さ120nm形成し、さらにZnSとSiO<sub>2</sub>の混合物（SiO<sub>2</sub> 20mol%）の第2誘電体層を厚さ12nm、Pd<sub>0.002</sub>Ge<sub>0.17</sub>Sb<sub>0.27</sub>Te<sub>0.56</sub>（mol比）の記録層を厚さ20nm、ZnSとSiO<sub>2</sub>の混合物（SiO<sub>2</sub> 20mol%）の誘電体層を厚さ25nm、アモルファス炭素膜の誘電体層を25nm形成した。さらにフィルムの反対側の面に同一構成の記録面をスパッタ法で形成した。この後、このフィルムをオープン中で200℃に5分間加熱し、記録層の全面を結晶化させた後、自然冷却し、最表面にパーフルオロアルキルエチレン（Rf-CH=CH<sub>2</sub>, Rf: C<sub>6</sub>F<sub>13</sub>～C<sub>12</sub>F<sub>25</sub>）をスピンコーターで膜厚約10nm（膜厚測定はエリブソメトリ法）に塗布し、本発明の記録媒体を作製した。

【0069】（実施例3）実施例1の光記録媒体と同構成の光記録媒体の最表面の炭素膜上に、スピンコート法によりアクリル系紫外線硬化樹脂（SD101 大日本インキ（株）製）を塗布し、紫外線照射により硬化して、膜厚0.010mmの樹脂保護層を形成し、最表面にパーフルオロアルキルエチレン（Rf-CH=CH<sub>2</sub>, Rf: C<sub>6</sub>F<sub>13</sub>～C<sub>12</sub>F<sub>25</sub>）をスピンコーターで膜厚約10nm（膜厚測定はエリブソメトリ法）に塗布し、本発明の光記録媒体を作製した。

【0070】

【発明の効果】本発明の光記録装置によれば焦点深度が大きく、動作安定性、組立精度の許容度の高い光記録装置が得られるまた、ニアフィールドレンズなどで記録しても傷の付きにくい光記録装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光記録装置の模式図である

【図2】 従来の技術のレンズの模式図である

【0059】本発明の基板としては、ガラス基板、樹脂基板を用いることができる。ポリカーボネート、ポリオレフィン、ポリイミド、ポリアミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリエチレンテレフタレートから選ばれた少なくとも一種の樹脂基板を用いることがコストが低く、加工が容易なことから好ましい。

【0060】基板の厚さは、0.003mm～5mmが実用的である。0.003mm未満では、記録層などを真空薄膜形成法で形成することが取り扱い上難しくなる。また5mm以上では媒体の重量が重くなる。

【0061】安価な光フロッピーなどを作製する場合には、基板が柔軟性を有する厚さ10μm以上、200μm以下の樹脂フィルムもしくはシートを基板とすることが好ましい。この場合、相変化記録媒体であれば、基板を構成する樹脂の熱変形温度が150℃以上である基板を用いれば、初期化（結晶化）をオープンなどの加熱手段で簡便に行えることから好ましい。このような樹脂としてはポリイミド、ポリアミド樹脂が代表的なものである。

【0062】特に相変化記録媒体の場合には、記録感度が高く、高速でシングルビーム・オーバーライトが可能であり、かつ消去率が大きく消去特性が良好であることから、次のごとく、光記録媒体の主要部を構成することが好ましい。

【0063】すなわち、光の入射側から見て、厚さ5nm以上50nm以下の液体潤滑剤層、固体潤滑剤層として厚さ5nm以上100nm以下の炭素膜とその下部の厚さ20nm以上200nm以下のZnSとSiO<sub>2</sub>と炭素の混合膜からなる第1誘電体層、厚さ10nm～30nmの記録層、厚さ10nm～30nmの第2誘電体層、厚さ50nm～200nmの反射層、基板の順の積層体で構成することが好ましい。

【0064】本発明の光記録媒体の記録に用いる光源としては、レーザー光のごとき高強度の光源であり、特に半導体レーザー光は、光源が小型化できること消費電力が小さいこと、変調が容易であることから好ましい。

【0065】最後に本発明の各層の形成方法について説明する。誘電体層、記録層、反射層の形成は従来と同様にスパッタ法などの真空薄膜形成法により形成できる。樹脂保護層は、紫外線硬化型の樹脂の場合であれば、スピンコート法で塗布した後、紫外線で硬化すればよい。また溶剤で樹脂を溶解した後塗布することも可能である。また樹脂保護層が樹脂シート、フィルムである場合には、紫外線硬化樹脂の接着剤を用いて貼ることが可能である。

【0066】本発明の他の構成要素である半導体レーザーやビームスプリッター、検出系のフォトダイオード、及びこれらの光学的な配置は従来の再生専用のCDやDVD装置、相変化光ディスク及び光磁気ディスク用の書換型光ディスク装置の公知の技術を適用できる。

【0067】

#### 【実施例】

（実施例1）厚さ0.6mm、直径12cmのポリカーボネートディスク基板上にRFスパッタ法により、アルゴンガス圧力0.2Paの条件下で、基板を自公転させた状態で、Al-Hf-Pd合金の反射層を厚さ150nm形成し、さらにZnSとSiO<sub>2</sub>の混合物（SiO<sub>2</sub> 20mol%）の第2誘電体層を厚さ16nm、Pd<sub>0.002</sub>Ge<sub>0.17</sub>Sb<sub>0.27</sub>Te<sub>0.56</sub>（mol比）の記録層を厚さ19nm、ZnSとSiO<sub>2</sub>の混合物（SiO<sub>2</sub> 20mol%）の誘電体層を厚さ140nm、アモルファス炭素膜を25nm形成した後、レーザー光により記録層の記録領域全面を結晶化し、最表面にパーフルオロアルキルエチレン（Rf-CH=CH<sub>2</sub>, Rf:C<sub>6</sub>F<sub>13</sub>～C<sub>12</sub>F<sub>25</sub>）をスピンコーターで膜厚約10nm（膜厚測定はエリブソメトリー法）に塗布し、本発明の光記録媒体を作製した。

【0068】（実施例2）厚さ0.075mm、直径12cmのポリイミド樹脂フィルム上にRFスパッタ法により、アルゴンガス圧力0.2Paの条件下で、基板を自公転させた状態で、Al-Hf-Pd合金の反射層を厚さ120nm形成し、さらにZnSとSiO<sub>2</sub>の混合物（SiO<sub>2</sub> 20mol%）の第2誘電体層を厚さ12nm、Pd<sub>0.002</sub>Ge<sub>0.17</sub>Sb<sub>0.27</sub>Te<sub>0.56</sub>（mol比）の記録層を厚さ20nm、ZnSとSiO<sub>2</sub>の混合物（SiO<sub>2</sub> 20mol%）の誘電体層を厚さ25nm、アモルファス炭素膜の誘電体層を25nm形成した。さらにフィルムの反対側の面に同一構成の記録面をスパッタ法で形成した。この後、このフィルムをオープン中で200℃に5分間加熱し、記録層の全面を結晶化させた後、自然冷却し、最表面にパーフルオロアルキルエチレン（Rf-CH=CH<sub>2</sub>, Rf:C<sub>6</sub>F<sub>13</sub>～C<sub>12</sub>F<sub>25</sub>）をスピンコーターで膜厚約10nm（膜厚測定はエリブソメトリー法）に塗布し、本発明の記録媒体を作製した。

【0069】（実施例3）実施例1の光記録媒体と同構成の光記録媒体の最表面の炭素膜上に、スピンコート法によりアクリル系紫外線硬化樹脂（SD101 大日本インキ（株）製）を塗布し、紫外線照射により硬化して、膜厚0.010mmの樹脂保護層を形成し、最表面にパーフルオロアルキルエチレン（Rf-CH=CH<sub>2</sub>, Rf:C<sub>6</sub>F<sub>13</sub>～C<sub>12</sub>F<sub>25</sub>）をスピンコーターで膜厚約10nm（膜厚測定はエリブソメトリー法）に塗布し、本発明の光記録媒体を作製した。

【0070】

【発明の効果】本発明の光記録装置によれば焦点深度が大きく、動作安定性、組立精度の許容度の高い光記録装置が得られるまた、ニアフィールドレンズなどで記録しても傷の付きにくい光記録装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光記録装置の模式図である

【図2】 従来の技術のレンズの模式図である

【図 3】 本発明のニアフィールドレンズと光記録媒体の模式図である

【図 4】 本発明の光記録装置の別の様態を示す模式図である

【図 5】 本発明の光記録装置のアポダイザーの模式図である

【図 6】 図 5 に示したアポダイザーの断面の模式図である

【図 7】 本発明の光記録装置のアポダイザーの模式図である

【図 8】 図 7 に示したアポダイザーの断面の模式図である

【図 9】 本発明の光記録装置のアポダイザーの模式図である

【図 10】 図 9 に示したアポダイザーの断面の模式図である

【図 11】 本発明の光記録媒体の一例の断面の模式図である

【図 12】 本発明の光記録媒体の別の一例の断面の模式図である

【図 13】 本発明の光記録媒体の別の一例の断面の模式図である

【図 14】 本発明の光記録媒体の別の一例の断面の模式図である

【図 15】 本発明の光記録媒体の別の一例の断面の模式図である

【符号の説明】

1 : 液体潤滑剤

2 : コリメーターレンズ

3 : ソリッド・イマージョン・レンズ

4 : ビームスプリッター

5 : フォトダイオード

6 : 半導体レーザー

7 : レーザー駆動回路

8 : 光記録媒体

9 : 記録層

10 : 固体潤滑剤層

11 : 光記録媒体の表面

12 : 本発明のレンズ

13 : 従来のレンズ

14 : コリメートされた光

15 : 光記録媒体表面の入射光ビームの直径 :  $d$

16 : 曲率半径 :  $r$

17 : 収束ビームの広がり角度  $\theta$

18 : アポダイザー

19 : コリメーターレンズ

20 : ソリッド・イマージョン・レンズ

21 : ビームスプリッター

22 : フォトダイオード

23 : 半導体レーザー

24 : レーザー駆動回路

25 : 光記録媒体

26 : 円環状位相補正板の断面

27 : 円環部

28 : 開口部

29 : 開口部の半径

30 : 円環部の外周円の半径

31 : 円環部の内周円の半径

32 : 円状位相補正板の断面

33 : 円状部

34 : 開口部の半径

35 : センターマスクの断面

36 : センターマスクの遮蔽部

37 : センターマスクの遮蔽部の半径

38 : 基板

39 : 反射層

40 : 第 2 誘電体層

41 : 記録層

42 : 第 1 誘電体層

43 : 固体潤滑剤層

44 : 樹脂保護層

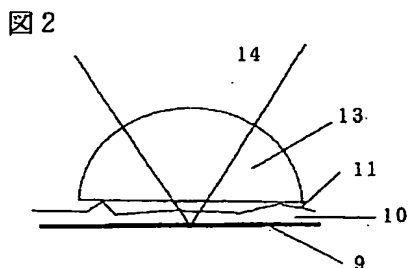
45 : 接着剤 (紫外線硬化樹脂)

46 : 樹脂保護層 (樹脂フィルム)

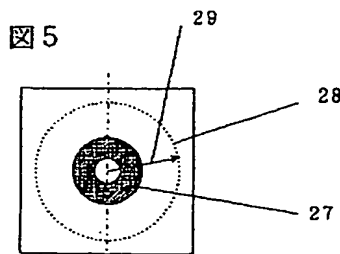
47 : 液体潤滑剤層

48 : 光の入射方向

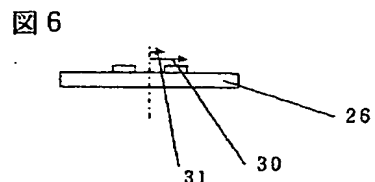
【図 2】

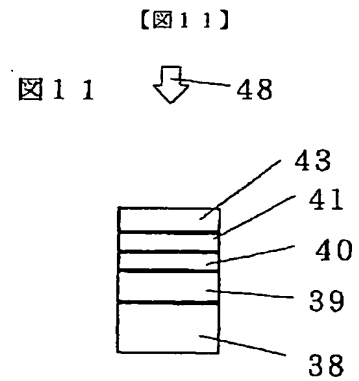
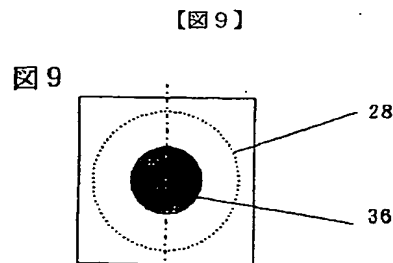
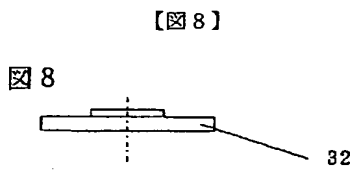
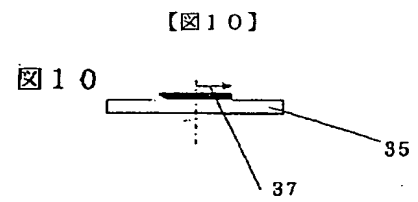
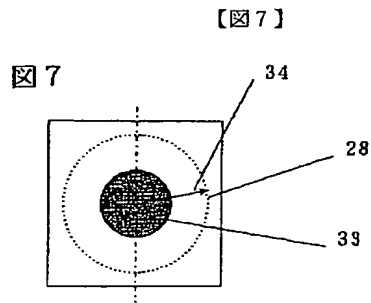
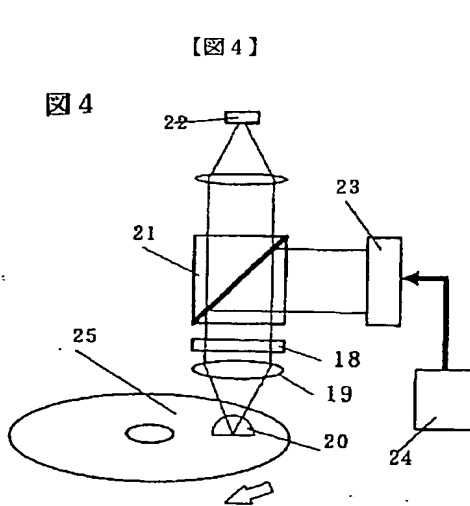
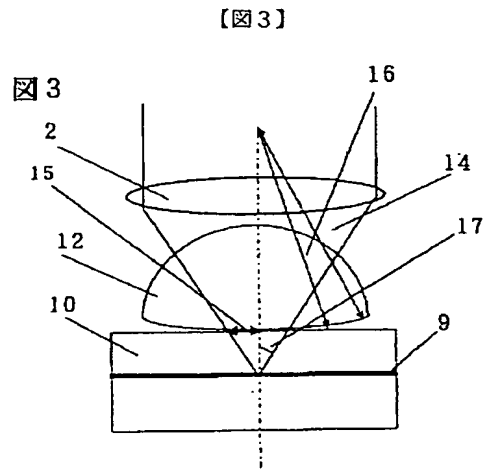
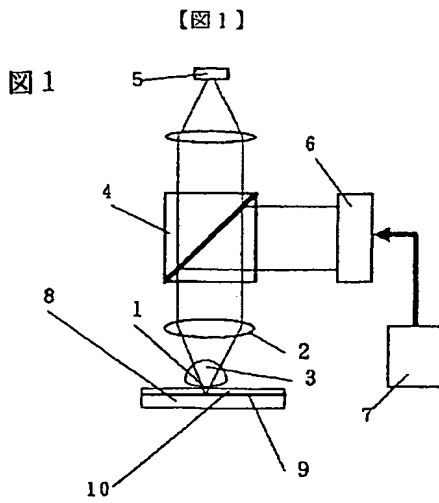


【図 5】



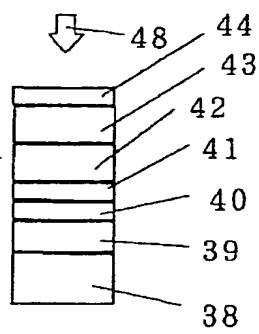
【図 6】





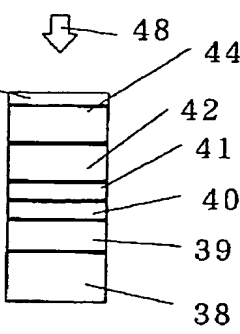
【図 1 2】

図 1 2



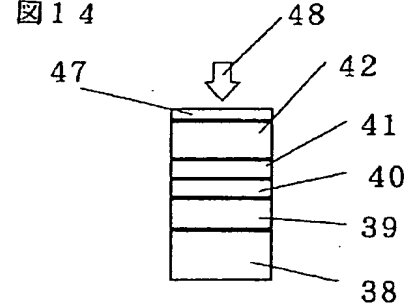
【図 1 3】

図 1 3



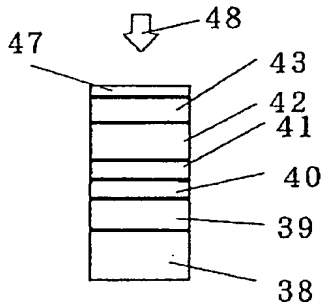
【図 1 4】

図 1 4



【図 1 5】

図 1 5



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 7/24

識別記号

5 2 6

5 3 4

5 3 5

11/10

5 2 1

F I

G 1 1 B 7/24

11/10

5 2 6 N

5 2 6 J

5 3 4 E

5 3 4 H

5 3 4 Z

5 3 5 A

5 3 5 C

5 3 5 J

5 2 1 D



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**